

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN KARBON ARANG
TEMPURUNG KELAPA DENGAN MESH 10,20,30
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT
KEKERASAN PADA LOGAM BAJA HASIL REDUKSI *HOT*
*ROLLING***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi
Strata I Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

HAYU LATIF FIRMANSYAH

D 200 181 026

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN KARBON ARANG
TEMPURUNG KELAPA DENGAN MESH 10,20,30
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT
KEKERASAN PADA LOGAM BAJA HASIL REDUKSI *HOT*
*ROLLING***

PUBLIKASI ILMIAH

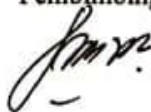
oleh:

HAYU LATIF FIRMANSYAH

D 200 181 026

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.
NIK. 436

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN KARBON ARANG
TEMPURUNG KELAPA DENGAN MESH 10,20,30
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT
KEKERASAN PADA LOGAM BAJA HASIL REDUKSI *HOT*
*ROLLING***

OLEH

HAYU LATIF FIRMANSYAH

D 200 181 0267

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 31 Januari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

()

2. Muhammad Syukron, S.T., M.Eng, Ph.D.

(Anggota I Dewan Penguji)

()

3. Ir. Agus Haryanto, M.T

(Anggota II Dewan Penguji)

()



Dekan,

Ir. Sri Sunariono, M.T., PhD., IPM.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 Februari 2020

Penulis



HAYU LATIF F

D 200 181 026

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN KARBON ARANG TEMPURUNG KELAPA DENGAN VARIASI MESH 10, 20 ,30 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN PADA LOGAM BAJA HASIL REDUKSI *HOT ROLLING*

Abstrak

Pengaruh penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan variasi 10, 20, 30 terhadap struktur mikro dan tingkat kekerasan pada logam baja hasil reduksi hot rolling telah diteliti. Parameter hot rolling dan gaya penekanan dibuat seragam. Parameter yang digunakan yaitu reduksi ketebalan dari 3mm menjadi 2,85mm yang dilakukan pada suhu ruangan setelah diberi perlakuan annealing dengan suhu 938 °C selama 30 menit sesuai dengan ASM Handbook No 8. Sifat fisik diketahui berdasarkan dari pengujian struktur mikro dan sifat mekanik diketahui berdasarkan dari pengujian kekerasan mikro vickers. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada hot rolling lebih tinggi dibanding dengan sebelum diberi perlakuan hot rolling. Nilai rata-rata kekerasan diberi perlakuan annealing setelah hot rolling 131,4 HV, 132, 8 HV dan 133,6 HV sedangkan tanpa diberi perlakuan annealing sebelum hot rolling 130,2 HV.

Kata Kunci: Baja karbon, Karburising, Annealing, Hot Rolling, sifat Mekanik.

Abstract

The effect of adding coconut shell charcoal with variations of 10, 20, 30 to the microstructure and the level of hardness in the hot rolling steel has been investigated. Hot rolling parameters and compressive forces are made uniform. The parameter used is the reduction in thickness from 3mm to 2.85mm which is carried out at room temperature after being given annealing treatment with a temperature of 938 °C for 30 minutes in accordance with ASM Handbook No. 8. Physical properties are known based on microstructure testing and mechanical properties are known based on testing vickers micro hardness. The results showed that the value of hardness in hot rolling was higher than before being given hot rolling treatment. The average value of hardness was given annealing treatment after hot rolling 131.4 HV, 132, 8 HV and 133.6 HV while before being given annealing before hot rolling 130.2 HV.

Keywords: Carbon steel, Carburising, Annealing, Hot Rolling, Mechanical properties.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan berbagai material logam dalam bidang industry saat ini sangat beragam dan semakin meningkat seperti contohnya penggunaan besi baja. Material besi baja banyak digunakan sebagai material pembuatan struktur pesawat, kapal laut, kereta api, peralatan rumah tangga dan komponen otomotif. Baja adalah logam paduan, logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen lainnya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal dari atom penyusun besi..

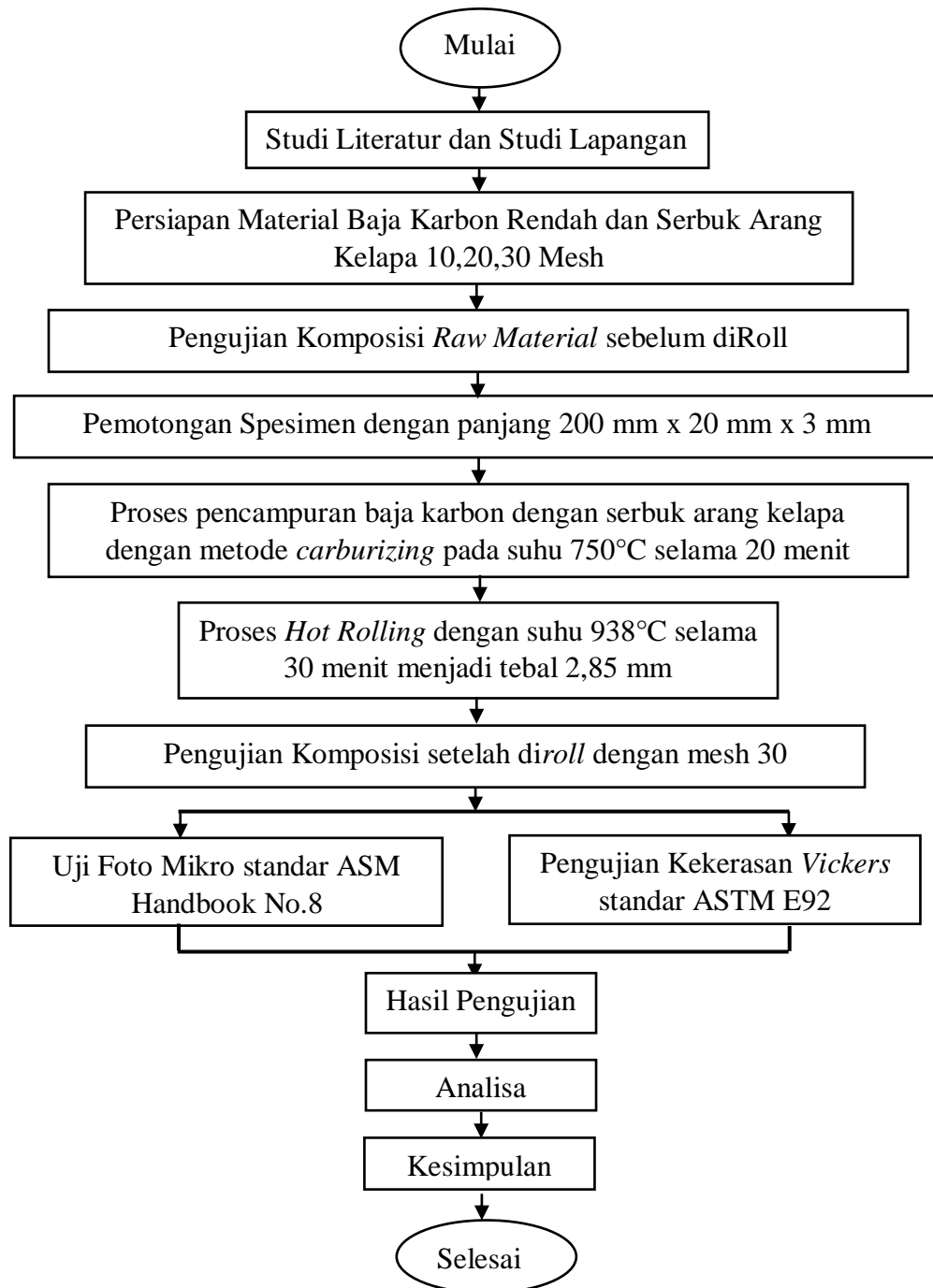
Salah satu proses pabrikasi bahan logam didunia industri yaitu dengan cara tempa, pengerolan, ekstrusi. Proses tersebut merupakan proses yang sangat penting dalam dunia industry. Pembuatan benda dengan pengerolan banyak dilakukan pada instalasi bejana tekan dan konstruksi penguatan terhadap struktur.

Pengerolan atau *rolling* adalah salah satu cara pemipihan atau pengurangan ketebalan benda kerja yang baik. Proses pengerolan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengerolan dingin (*cold rolling*) dan pengerolan panas (*hot rolling*). Pada pengerolan panas (*hot rolling*) termasuk dalam kerja panas (*hot working*), kerja panas dilakukan diatas suhu rekristalisasi dan mengakibatkan material lebih lunak,lemah dan ulet. Pada proses rolling logam didapatkan sifat mekanik yang beraneka ragam sesuai dengan besarnya reduksi ketebalan, semakin tinggi reduksi ketebalan maka semakin besar perubahan sifat mekaniknya (Myron 1987).

Dari latar belakang diatas penulis mencoba untuk melakukan eksperimen *rolling* terhadap besi baja dengan metode *hot rolling*. Pada tugas akhir ini material yang digunakan yaitu berupa besi baja dengan penambahan serbuk arang kelapa sebagai karbon/pengerasnya. Tujuan dari eksperimen ini adalah untuk mengetahui bagaimana proses *hot rolling*, mengetahui karakteristik butiran besi baja sebelum dan sesudah di*rolling* dan mengetahui sifat mekanis dari suatu logam terhadap tarikan serta mengetahui tingkat kekerasan dari logam tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses Penelitian

Langkah-langkah dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Mencari referensi mengenai proses pengerolan (*rolling*), baja karbon, pengujian foto mikro, pengujian kekerasan baik dari buku, jurnal-jurnal, situs internet, maupun dari tugas akhir terdahulu.
- 2) Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.
- 3) Pemilihan standart sebagai acuan dalam penelitian ini yang meliputi ukuran spesimen, proses penelitian dan proses pengujian.
- 4) Pemotongan spesimen sesuai ASTM dengan ukuran Panjang 200 mm x 20 mm.
- 5) Proses pencampuran baja karbon dengan serbuk arang kelapa dengan metode *carburizing* pada suhu 750°C selama 20 menit.
- 6) Setelah proses *carburizing* selanjutnya melakukan proses *hot rolling* dengan cara spesimen yang telah ditreatment dan dicampur serbuk arang kelapa dimasukan kedalam mesin *roll (rolling mill)* pada suhu 938°C .
- 7) Melakukan proses pendinginan secara bertahap dan kemudian perlakuan etsa dilakukan pada sebagian permukaan dengan ukuran yang telah ditentukan, cairan etsa yang digunakan adalah HNO₃ dengan perbandingan 1:5, dan untuk baja karbon menggunakan NaOH dengan perbandingan 1:5
- 8) Melakukan uji Komposisi, Foto Mikro dan Uji kekerasan *Vickers*
- 9) Hasil pengujian yang sudah didapat dianalisa dan kemudian diberikan kesimpulan dari apa yang didapat dari pengujian spesimen ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan mesin Spektrometer Emisi dan memberikan hasil pembacaan secara otomatis kandungan komposisi kimia pada material sebelum *hot rolling* dan setelah *hot rolling* 30 mesh yang ditunjukkan Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengujian Komposisi Kimia sebelum hot rolling dan setelah *hot rolling* 30 mesh

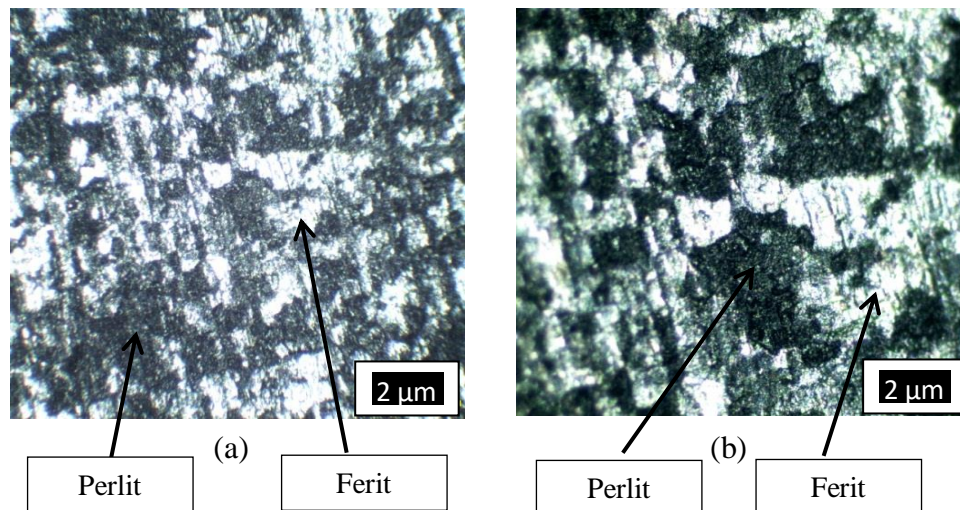
| Unsur | Hasil Uji (%) | |
|-----------|----------------------------|------------------------------------|
| | Sebelum <i>Hot Rolling</i> | Sesudah <i>Hot Rolling</i> 30 Mesh |
| Fe | 98,6 | 98,6 |
| C | 0,0579 | 0,0682 |
| Si | 0,189 | 0,124 |
| Mn | 0,239 | 0,247 |
| P | 0,0740 | 0,0467 |
| S | 0,0499 | 0,0278 |
| Cr | 0,0050 | 0,0318 |
| Mo | 0,0050 | 0,0603 |
| Ni | 0,175 | 0,0756 |
| Al | 0,0605 | 0,0521 |
| Co | 0,0713 | 0,0814 |
| Cu | 0,0307 | 0,0194 |
| Nb | 0,0408 | 0,0506 |
| Ti | 0,0200 | 0,0141 |
| V | 0,0249 | 0,0296 |
| W | 0,232 | 0,0376 |
| Pb | 0,0100 | <0,0100 |
| Ca | 0,0001 | >0,0015 |
| Zr | 0,0220 | 0,0166 |

Dari hasil pengujian komposisi kimia material setelah dilakukan proses pengerolan maka termasuk golongan baja karbon rendah (<0,30%C), dengan penyusun utama Besi (Fe) sebesar 98,9% berpengaruh pada kekuatan dan kekerasan. Karbon (C) 0,0682% bertambah nilai kekerasan baja sebesar 1,03% dengan sebelum diberi perlakuan *hot rolling* 0,0579%. Silika (Si) sebesar 0,124% menambah kekuatan baja. Mangan (Mn) sebesar 0,247% untuk memperbaiki dan meningkatkan kekuatan, kekerasan dan keuletan. Fosfor (P) sebesar 0,0467% menjadikan baja lebih getas. Sulfat (S) sebesar 0,0278% meningkatkan sifat mampu mesin. Kromium (Cr) sebesar 0,0318% peningkatan kekuatan tarik, mampu keras, tahan korosi, serta tahan pada suhu tinggi. Molibdenum (Mo) sebesar 0,0603% menambah ketahanan terhadap suhu tinggi. Nikel (Ni) sebesar 0,0756% meningkatkan sifat keuletan dan tahan karat. Aluminium (Al) sebesar 0,0521% meningkatkan keuletan, mampu mesin

dan tahan karat. Kobalt (Co) sebesar 0,0814% meningkatkan sifat kekerasan, tahan aus, tahan panas dan kemagnetan. Tembaga (Cu) sebesar 0,0194% mempunyai sifat fisik daya penghantar listrik yang tinggi, daya hantar panas dan tahan karat. Niobium (Nb) 0,0506% meningkatkan sifat mekanis pada suhu tinggi. Titanium (Ti) sebesar 0,0141% pembentukan ferit dan karbida. Vanadium (V) sebesar 0,0296% memperbaiki kekuatan tarik. Wolfram (W) sebesar 0,0376% menaikkan kekerasan dan keliatan. Timbal (Pb) sebesar <0,0100 kepadatan tinggi, titik leleh rendah, kemudahan ditempa, dan tahan korosi. Kalsium (Ca) sebesar >0,0015 sebagai katalis untuk membuang kandungan bismut dari timbal, serta untuk mengendalikan kadar karbon grafitik pada peleburan besi. Zirkonium (Zr) 0,0166 digunakan untuk menghilangkan nitrogen dan sulfur dari besi, sehingga meningkatkan kualitas metalurgi baja.

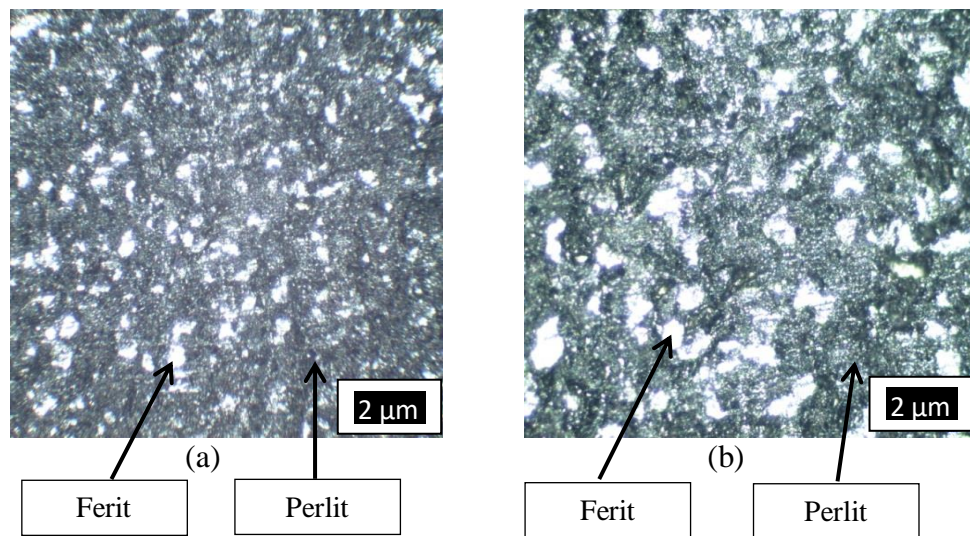
3.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro

1) Hasil Pengujian Struktur Mikro sebelum proses *Hot Rolling*



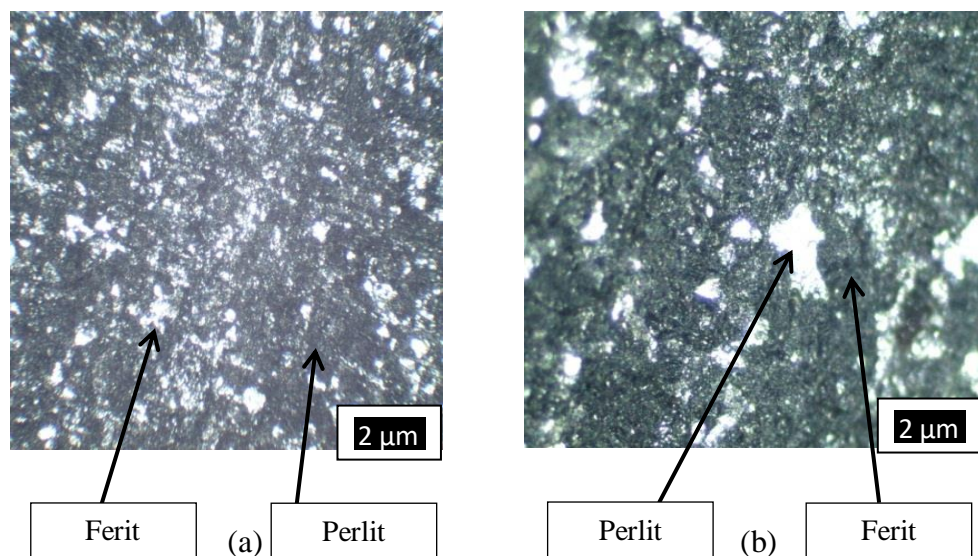
Gambar 2. Hasil pengujian mikrografi sebelum *hot rolling* (a) pembesaran 50x (b) pembesaran 100x

2) Hasil Pengujian Struktur Mikro sesudah proses *Hot Rolling* dengan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan 10 mesh



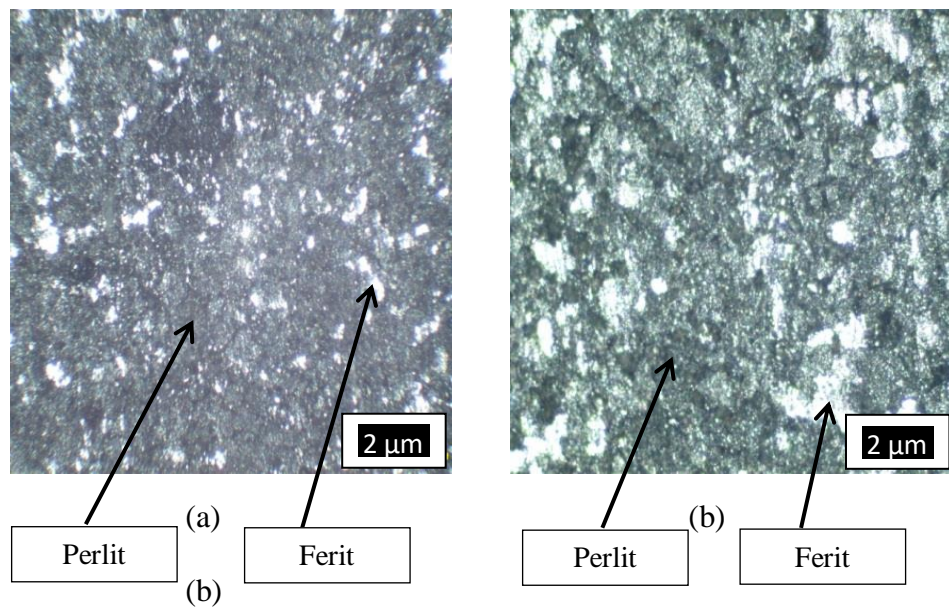
Gambar 3. Hasil pengujian mikrografi sesudah *hot rolling* dan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan mesh 10 (a) pembesaran 50x (b) pembesaran 100x.

- 3) Hasil Pengujian Struktur Mikro sesudah proses *Hot Rolling* dengan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan 20 mesh



Gambar 4. Hasil pengujian mikrografi sesudah *hot rolling* dan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan mesh 20 (a) pembesaran 50x (b) pembesaran 100x.

- 4) Hasil Pengujian Struktur Mikro sesudah proses *Hot Rolling* dengan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan 30 mesh



Gambar 5. Hasil pengujian mikrografi sesudah *hot rolling* dan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan mesh 30
(a) pembesaran 50x (b) pembesaran 100x

Terlihat bahwa pada pengujian struktur mikro pada raw material sebelum dan sesudah *hot rolling* dengan pembesaran 50x dan 100x. Dari Gambar 4.2 dapat dilihat struktur mikro dengan butir yang bulat. Pada Gambar 4.3, 4.4, dan 4.5 menunjukkan perubahan struktur mikro yang telah direduksi dengan perubahan 3mm menjadi 2,85mm. Dapat dilihat butir yang memipih seiring dengan dikenai reduksi ketebalan. Setelah direduksi, butir yang menjadi lebih pipih, menipisnya butir disebabkan deformasi plastis selama pengerolan. Pada carburizing dengan 10 mesh terdapat perlit lebih banyak daripada ferit dengan raw material, pada carburizing dengan mesh 20 dan 30 terdapat perlit lebih banyak dari pada carburizing 10 mesh, hal ini dikarenakan semakin besar karbon yang diberikan semakin banyak pula kandungan perlit yang mengakibatkan semakin tinggi harga kekerasan.

Hal ini sesuai dengan penelitian pengerolan (Umamaheshwer dkk, 2014) yaitu bentuk butir semakin memipih seiring dilakukan pengerolan. Nampak bahwa material baja karbon rendah setelah diberi perlakuan *hot rolling* ukuran butirannya semakin besar akibat pemanasan dengan suhu 938°C sesuai dengan ASM No. 8 diatas suhu rekristalisasi material tersebut

dan bentuk butir cenderung lebih pipih sesuai arah pengerolan setelah diberi perlakuan *hot rolling*.

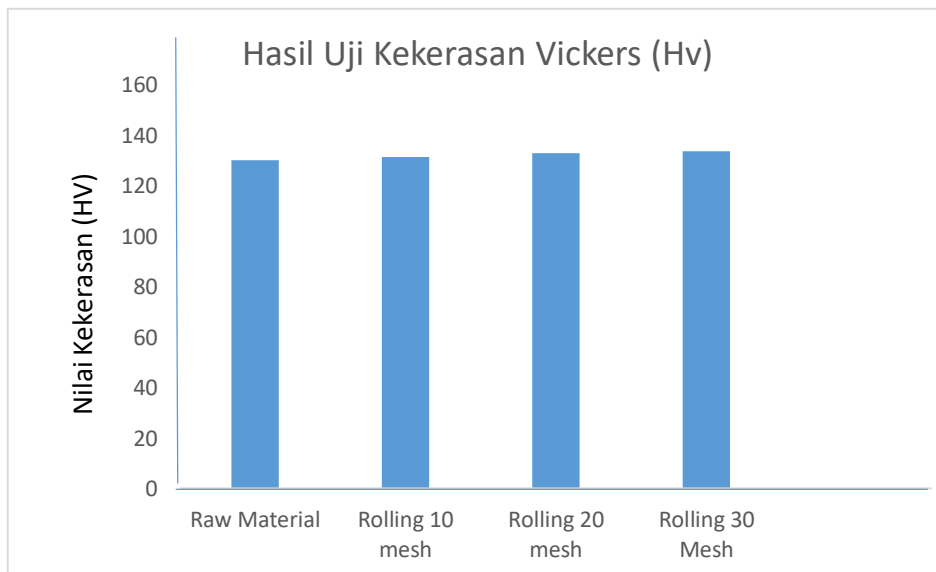
3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Data hasil pengujian *Hardness Vickers* material baja karbon sebelum dan sesudah *Hot Rolling* dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil Uji Kekerasan sebelum *hot rolling* dan sesudah *hot rolling*

| No | Raw Material | Rolling 10 Mesh | Rolling 20 Mesh | Rolling 30 Mesh |
|----|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | VHN | VHN | VHN | VHN |
| 1 | 132,4 | 129,0 | 131,4 | 133,4 |
| 2 | 126,7 | 137,9 | 131,4 | 133,4 |
| 3 | 131,4 | 127,2 | 135,7 | 132,7 |
| | 130,2 | 131,4 | 132,8 | 133,6 |

Berdasarkan tabel 3 diatas, dapat dibuat grafik seperti pada gambar berikut.



Gambar 6. Grafik hasil pengujian kekerasan menggunakan *Microhardness Vickers* sebelum dan sesudah *hot rolling*.

Terlihat bahwa nilai kekerasan *raw material* sebelum pengerolan adalah 130,2 VHN, nilai kekerasan meningkat setelah material baja karbon rendah diberi perlakuan hot rolling dan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan *mesh 10* sebesar 131,4 VHN, pada logam dengan penambahan serbuk karbon dengan *mesh 20* menunjukkan nilai sebesar 132,8 VHN dan pada penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan *mesh 30* menunjukkan nilai kekerasan semakin meningkat dengan nilai 133,6 VHN. Hal ini mengindikasikan bahwa penghalusan butir mulai terjadi pada daerah reduksi tersebut dan kekerasan meningkat secara kontinyu. Hal ini sesuai dengan penelitian Umamahesher dkk (2014) yaitu bentuk butir semakin menipis seiring dilakukan pengerolan.

Dari penelitian yang telah dilakukan memperlihatkan semakin tinggi karbon maka dapat menaikkan kekerasan karena mengakibatkan pengecilan pada butir. Selain itu proses *hot rolling* sangat efektif untuk meningkatkan kekerasan karena dapat meningkatkan intensitas dari diskolasi (Di, 2013). Peningkatan nilai kekerasan ini diakibatkan deformasi plastis pada butir yang akan membuat butir semakin padat karena proses pengerolan. Hal ini sesuai dengan teori *hot rolling* pada buku Sing, Rajender (2006) yang menyatakan bahwa bentuk butir akan lebih rapat dan pipih mengikuti arah pengerolan.

4. PENUTUP

Dari hasil analisa data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji struktur mikro pada baja sebelum *hot rolling* dapat dilihat struktur mikro dengan butir yang bulat dan setelah direduksi butir menjadi lebih pipih, memipihnya butir disebabkan deformasi plastis selama pengerolan.
2. Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* nilai kekerasan *raw material* sebelum pengerolan adalah 130,2 HVN, nilai kekerasan meningkat setelah material baja karbon rendah diberi perlakuan *hot rolling* dan penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan *mesh 10* sebesar 131,4 HVN, pada logam dengan penambahan serbuk karbon dengan *mesh 20* menunjukkan

nilai sebesar 132,8 HVN dan pada penambahan karbon arang tempurung kelapa dengan *mesh* 30 menunjukkan nilai kekerasan semakin meningkat dengan nilai 133,6 HVN dan kenaikan kekerasan meningkat 1,03%. Hal ini disebabkan karena semakin banyak persentase berat karbon, pergerakan dislokasi akan semakin susah karena tertahan partikel penguat karbon.

3. Proses *carburizing*, penambahan unsur karbon arang tempurung kelapa pada baja karbon rendah berhasil dilakukan dengan suhu 750 °C.
4. Setelah dilakukan pengujian komposisi, maka dapat diklasifikasikan dalam baja karbon rendah, karena kandungan unsur karbon dalam baja kurang dari 0,3% .
5. Hasil reduksi setelah dilakukan proses *hot rolling* dengan suhu 938 °C yaitu ketebalan berkurang 0,15mm sebesar 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- A.H Ismoyo Parikin. Bandriyana (2014) *Pengaruh Proses Pengerolan dan Penempatan Panas Pada Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Paduan Zr Nb Mo Ge*, Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir.
- Amanto, H. Dan Daryanto (1999). *Ilmu Bahan*, Jakarta, Bumi Aksara.
- ASTM E92-82.20013, *Standart Test Method for Vickers Hardness of Metalic Material*. ASTM International: US
- ASM Handbook Vol. 9: *Metallography and Microstructures*
- Budiman M dan Ir. Bintang Adjiantoro, MT (2017), *Peningkatan sifat mekanik dan observasi struktur mikro pada baja laterit hasil hot rolling melalui proses perlakuan panas*
- Callister, W.D 2019, *Materials Sciene and Engineering An Introduction 8th Edition*. Amerika: John Wiley & Sons Inc.
- Degamo, E. P., Kohser, R.a & Klamecki, B. E (2003). *Materials adn Process in Manufacturing*, 383
- EHW 98 HOMOGENIZING. *Proccess and recrystallisation annealing*.
- Fuad A, September (2012). *Pengaruh Pengerolan Pra Pemanasan Dibawah Temperatur Rekristalisasi dan Tingkat Deformasi Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Permanen Sawit*. Jurnal e-Dinamis. Volume II, No. 2.
- Groover, (2010), *Permukaan Akan Lebih Baik dan Dapat Mengoptimalkan Sifat Mekanik*.
- Mulyadi (2010), *Pengaruh Unsur-unsur Paduan Dalam Baja*
- Firmansyah M.R, dkk (2017), *Analisa variasi putaran pada mesin roll pembentuk plat profil terhadap hasil pengerolan plat 1mm*
- Mulyadi dan Sunitra, E (2010), *Kajian Perubahan Kekerasan Dan Disfusi Karbon Sebagai Akibat dari Proses Karburasi*.

- Umanaheshwer dkk (2014), *Berntuk Butir Semakin Memipih seiring dilakukan pengerolan.*
- Parikin, T.H. Priyanto, A.H. Ismoyo dan M. Dani (2015), *Efek rol panas pada sifat mekanik plat baja 15% Cr-25%Ni bahan struktur reaktor.*
- Shinroku Saito, S.T. (1995). *Pengetahuan Bahan Teknik edisi 4. Jakarta Pradnya Paramita*
- Wirjosumarto (2014), *Baja Karbon dikelompokkan Berdasarkan Kadar karbonnya.*